Research on Medicine *Original Article*

The Quarterly journal of School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences 2021 ;Vol.45; No.4

The effect of a combined training period (aerobic and High Intensity Interval Training) and high intensity interval training on Homocysteine and ESR in cardiovascular pa-

Sahar Avazpour[1], Javad Nemati[2]*, Mohammad Hemmatinafar[3], Mohsen Salesi[4]

Department of Exercise Physiology, Faculty of Educational Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran

(Received: 2020/08/18 Accepted: 2021/01/25)

Abstract

Background and Aim: *Reduction of any mobility and activity can cause many diseases as cardiovascular diseases. The aim of the present study was investigation of the effect of a combined training period (aerobic and High Intensity Interval Training) and high intensity interval training on Homocysteine and ESR in cardiovascular patients.*

Methods and materials: *In the current experimental study, 32 cardiovascular patients were selected voluntarily and were randomly divided into 3 groups: combined training group (n = 10), HIIT training group (n=11), and control group (n = 11). Inclusion criteria included injection fraction greater than 30, lack of tachycardia and bradycardia, and lack of functional capacity less than 5 met, and the exclusion criteria included unwillingness to continue the activity and diagnosis by a physician. The protocol of the HIIT training group included performing 3-2 times a week of HIIT training during the first 4 weeks and performing 3 times a week of HIIT training during the second 4 weeks.*

Blood samples were taken 24 hours before the first training session and 48 hours after the last training session, under the same conditions for all the three groups. Data analysis was performed using paired sample t-test, ANOVA, and post hoc with a significance level set at P<0.05.

Results: *The performing of combined exercises and HIIT was found to have a significant effect on reducing serum homocysteine levels (combined exercise (baseline values of 1.3 ±19.7, after intervention 2.3 ± 13.8, P<00/0), HIIT exercise (baseline values: 1.3 ±20.0, after intervention: 1.5 ±16.3, P<001/0)) and ESR levels (combined exercise (baseline values: 2.1 ± 27.7, after intervention: 1.27 ± 22.13, P<005/0), HIIT exercise (baseline values: 2.8 ± 26.2, after intervention: 2.0± 22.9, P<004/0)) compared with the control group (Homocysteine P<619/0, ESR P<306/0) of cardiovascular patients.*

Conclusions*:Combined and HIIT trainings seem to be effective in reducing homocysteine and ESR in cardiovascular patients, while the effect of combined exercise is greater than that of HIIT.*

Keywords: *Combined Training; High Intensity Interval Training (HIIT); Homocysteine; ESR; Cardiovascular patients*

**Corresponding author:Javad Nemati*

Email: nemati_phy@yahoo.com

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-18]

پژوهش در پزشکی
فصلنامه علمی پژوهشی دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی
مقاله پژوهشی
دور ٤٥، شماره ٤، ١٤٠٠، صفحات ٤٠ تا ٤٥

تاثیر یک دوره تمرین ترکیبی(هوازی و تناوبی شدید) و تمرین تناوبی شدید بر هموسیستئین و ESR در بیماران قلبی- عروقی

سحر عوض‌پور، جواد نعمتی*، محمد همتی‌نفر، محسن ثالثی

گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده علوم تربیتی دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۲۸ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۰۶

چکیده:

سابقه و هدف: کاهش تحرک و فعالیت، زمینه‌ساز بسیاری از بیماری‌ها از جمله بیماری‌های قلبی- عروقی است. از این‌رو هدف از این پژوهش، بررسی تاثیر یک دوره تمرین ترکیبی(هوازی و تناوبی شدید) و تمرین‌های تناوبی شدید برهموسیستئین و ESR در بیماران قلبی- عروقی بوده است.

روش مطالعه: در این مطالعه تجربی، 32 بیمار قلبی- عروقی داوطلبانه انتخاب شدند و تصادفی در سه گروه قرار گرفتند: گروه تمرین ترکیبی(n=10)، گروه تمرین HIIT (n=11) و گروه کنترل(n=11). معیارهای ورود شامل کسر تزریقی بالاتر از 30، نداشتن تاکی کاردی و برادی کاردی و عدم ظرفیت عملکردی کمتر از پنج مت بود. معیارهای خروج نیز شامل عدم تمایل به تداوم فعالیت و تشخیص پزشک بود. پروتکل گروه تمرین ترکیبی شامل اجرای دو، سه بار در هفته تمرین CAETبدون اجرای تمرین‌های HIIT در چهار هفته اول و سپس اجرای دو بار در هفته تمرین CAET و اجرای یک بار در هفته تمرین HIIT در چهار هفته دوم بود. پروتکل گروه تمرین HIIT شامل اجرای دو، سه بار در هفته تمرین HIIT در چهار هفته اول و اجرای سه بار در هفته تمرین HIIT در چهار هفته دوم بود. نمونه‌های خونی 24 ساعت قبل از نخستین جلسه تمرین و 48 ساعت پس از آخرین جلسه تمرین(در شرایط یکسان برای هر سه گروه) گرفته شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از برنامه آماری t وابسته ، ANOVA و Post Hoc در سطح معناداری P<0/05 انجام شد.

یافته‌ها: اجرای تمرین‌های ترکیبی و HIIT، تاثیر معناداری بر کاهش مقادیر سرمی هموسیستئین(تمرین ترکیبی(مقادیر پایه ۱,۳±۱۹,۷، پس از مداخله۲,۳±۱۳,۸،(P<0/001، تمرین HIIT(مقادیر پایه ۱,۳±۲۰,۰، پس از مداخله (۱,۵±۱۶,۳، P<0/001) و ESR(تمرین ترکیبی(مقادیر پایه۲,۱±۲۷,۷، پس از مداخله۱,۲۷±۲۲,۱۳،(P<0/005 ، تمرین HIIT(مقادیر پایه ۲,۸±۲۶,۲، پس از مداخله ۲,۰±۲۲,۹، P<0/004)) در مقایسه با گروه کنترل(هموسیستئین P<0/619، ESR P<0/306) بیماران قلبی- عروقی دارد.

نتیجه گیری: به نظر می‌رسد تمرین‌های ترکیبی و HIIT بر کاهش هموسیستئین و ESR بیماران قلبی- عروقی مؤثر هستند، در حالی که اثر تمرین‌های ترکیبی نسبت به HIIT بیشتر است.

مقدمه:

کم تحرکی زمینه‌ساز بسیاری از بیماری‌های قلبی- عروقی از جمله گرفتگی عروق کرونری است(۱،۲). برای تشخیص گرفتگی عروق کرونر علاوه بر اکوکاردیوگرافی، فاکتورهای التهابی نیز بررسی می‌شوند. یکی از این فاکتورهای التهابی مورد بررسی هموسیستئین (hc) است(۴). hc اسیدآمینه غیر پروتئینی گوگرددار، محصول متیلاسیون متیونین است. مکانیزم خروج hc از سلول، سطح درون سلولی آن را پایین نگه می‌دارد و مقادیر اضافی به پلاسما وارد می‌شود. در واقع با خروج مقادیر اضافی hc(سبب آسیب‌های عروقی می‌شود)، سلول از آثار سایتوتوکسیک و مخرب آن رهایی می‌یابد(۶، ۵). یکی از فاکتورهای دیگری که در آزمایش‌های بالینی سنجیده می‌شود، سرعت رسوب گلبول قرمز (ESR) است که به عنوان فاکتور پیشگویی کننده عوامل خطر گرفتگی عروق کرونری استفاده می‌شود(۷). می‌توان گفت، ESR در بیماری‌هایی که با افزایش بیش از حد فیبرینوژن و افزایش ایمونوگلوبین‌ها همراه است، افزایش خواهد داشت. هرچه میزان ESR بیشتر باشد احتمال وضعیت التهابی و انسدادی عروق در بیمار بیشتر است(۹،۸).

در رابطه با نوع تمرین‌های ورزشی و دستاورد حاصل از آن‌ها گفته می‌شود که تمرین‌های استقامتی با شدت ۵۰-۴۰درصد VO۲peak برای بیماران با سطح آمادگی پایین و با شدت ۷۵-۵۰درصد VO۲peak برای بیماران با سطح آمادگی بالا قابل اجراست(۱۰). شواهد رو به رشدی نشان می‌دهد تمرین‌های دیگری با عنوان تمرین تناوبی شدید(HIIT) می‌توانند به عنوان یک جایگزین موثر تمرین‌های استقامتی مرسوم عمل کنند(۱۱). HIIT بیشتر به جلسه‌های تکراری با فعالیت‌های تناوبی به نسبت کوتاه گفته می‌شود که با شدت تمام یا شدتی نزدیک به Vo۲peak انجام می‌شود. با توجه به شدت تمرین‌های، اجرای HIIT ممکن است از چند ثانیه تا چندین دقیقه طول بکشد، که وهله‌های گوناگون به وسیله چند دقیقه استراحت یا فعالیت با شدت کم از هم جدا می‌شوند(۱۲،۱۳). پژوهش‌ها نشان می‌دهند که برخی عوامل نظیر افزایش سطوح hc و ESR با گسترش و پیشرفت بیماری‌های قلبی- عروقی مرتبط هستند(۱۴،۱۵). حیطه ورزش هم یکی از زمینه‌هایی است که می‌تواند در این زمینه وارد شده و با ارائه

نویسنده مسئول: جواد نعمتی

پست الکترونیک: *nemati_phy@yahoo.com*

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-18]

پروتکل‌های تمرینی مناسب و کارآمد و همچنین ارائه برنامه‌های تمرینی روزانه در پیشگیری و کاهش عوامل خطر مرتبط با بیماری‌ها، قدمی موثر در بهبود و توسعه درمان این بیماری‌ها بردارد(۱۶). در حال حاضر، شواهدی وجود دارد که از نقش تمرین‌های HIIT به عنوان یک روش تمرینی بالقوه به لحاظ زمانی موثر برای هر دو سازگاری‌های قلبی- عروقی و عضلانی، حمایت می‌کنند. اما نکته مبهمی که در این بین وجود دارد این است که آیا ترکیب این دو برنامه تمرینی کارآمد می‌تواند در کاهش عامل‌های خطرزا(hc و ESR) بیماران قلبی- عروقی اثربخش باشد؟ و یا اینکه این اثربخشی می‌تواند از هر کدام از این برنامه‌های تمرینی به صورت مجزا مؤثرتر باشد؟ بنابراین، در نبود اطلاعات و شواهد علمی کافی، این سوال به وجود می‌آید که آیا دو نوع تمرین ترکیبی و HIIT بر hc و ESR بیماران قلبی- عروقی تأثیر یکسانی دارند؟

مواد و روش‌ها:

نوع پژوهش حاضر تجربی، با طرح پیش آزمون-پس آزمون، با گروه کنترل است. حجم نمونه‌ها با استفاده از محاسبات آماری(فرمول کوکران) مشخص شد. جامعه آماری این پژوهش تمامی بیمارانی بودند که برای انجام چکاپ‌های پزشکی به بیمارستان‌های لارستان مراجعه کرده بودند. از تمامی بیماران داوطلب و دارای شرایط پژوهش دعوت به عمل آمد و پس از انجام ارزیابی‌های بالینی اولیه توسط پزشک متخصص، بیمارانی که دارای کسر تزریقی کمتر از ۳۰ بودند و یا تاکی کاردی یا برادی کاردی داشتند و ظرفیت عملکردی آن‌ها کمتر از پنج مت بود از شرکت در پژوهش منع شدند. ابتدا اطلاعات و آگاهی‌های لازم درباره چگونگی انجام پژوهش و مراحل آن به آزمودنی‌ها داده شد. سپس توسط پرسشنامه اطلاعاتی درباره میزان فعالیت بدنی و سلامتی آزمودنی‌ها به دست آمد و از آن‌ها رضایت‌نامه آگاهانه کتبی برای حضور در پژوهش گرفته شد. آزمودنی‌ها شش ماه قبل از اجرای آزمون در هیچ برنامه تمرینی منظمی شرکت نکرده بودند. یک هفته قبل از شروع تمرین‌ها، ارزیابی-های اولیه شامل تعیین وزن، قد، چربی بدن، شاخص توده بدنی (BMI) و Vo۲max انجام شد. در نهایت ۳۲ نفر از آن‌ها که واجد شرایط بودند و منع حرکتی نداشتند به صورت تصادفی در سه گروه تمرین ترکیبی، تمرین HIIT و گروه کنترل قرار گرفتند. کد اخلاق این پژوهش از دانشکده علوم پزشکی گراش اخذ شده است (IR.GERUMS.REC.۱۳۹۹,۰۱۳). بررسی نرمال بودن داده‌ها به دلیل کمتر از ۱۰۰ بودن تعداد نمونه‌ها، با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک انجام شد.

پروتکل تمرینی:

هر کدام از گروه‌های تمرینی قبل از شروع فعالیت به مدت پنج دقیقه خود را با استفاده از تمرین‌های کششی و دوی نرم گرم کردند. پروتکل تمرین ترکیبی شامل اجرای دو، سه بار در هفته تمرین CAET(۲۵-۲۰ دقیقه دویدن روی تردمیل با شدت ۵۰ تا ۷۰ درصد VO۲peak) بدون اجرای تمرین‌های HIIT در چهارهفته اول، و سپس اجرای دو بار در هفته تمرین CAET(۳۰-۲۵ دقیقه دویدن روی تردمیل با شدت ۷۰-۵۰ درصد VO۲peak) و اجرای یک بار در هفته تمرین HIIT(۲۵-۲۰ دقیقه دویدن روی تردمیل با شدت ۱۰۰-۷۰ درصد VO۲peak با نسبت فعالیت به استراحت ۱۵ ثانیه به یک دقیقه) در چهار هفته دوم بود. پروتکل تمرین HIIT شامل اجرای دو، سه بار در هفته تمرین HIIT(شامل ۲۰-۱۵ دقیقه دویدن روی تردمیل با شدت ۱۰۰-۷۰ درصد VO۲peak با نسبت فعالیت به استراحت ۱۵ ثانیه به یک دقیقه) در چهار هفته اول و اجرای سه بار در هفته تمرین HIIT(۲۵-۲۰ دقیقه دویدن روی تردمیل با شدت ۱۰۰-۷۰ درصد VO۲peak با نسبت فعالیت به استراحت ۱۵ ثانیه به یک دقیقه) در چهار هفته دوم بود. در پایان هر جلسه تمرین آزمودنی‌ها عملیات سرد کردن را به مدت پنج دقیقه انجام می‌دادند(۱۷).

سنجش متغیرهای پژوهش:

خون‌گیری ۲۴ ساعت پیش از شروع برنامه تمرینی و ۴۸ ساعت پس از پایان برنامه تمرینی رأس ساعت ۸ صبح انجام شد. سطوح سرمی hc و ESR به روش الایزا با کیت crystaldays ساخت کشور چین با ضریب تغییرهای ۱/۵ میکرومول در لیتر، طبق راهنمای شرکت سازنده(شانگهای) انجام شد. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۱۶ تجزیه و تحلیل شدند و از برنامه‌های آماری t زوجی برای بررسی تغییرهای درون گروهی و ANOVA برای بررسی تغییرهای بین گروهی استفاده شد. برای تعیین نقطه معناداری آزمون تعقیبی شفه به کار برده شد. سطح معناداری نیز P<۰۵/۰ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها:

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد غلظت hc پس از اجرای هشت هفته تمرین ترکیبی و تمرین HIIT به صورت معناداری کاهش یافته است، اما در گروه کنترل تغییرهای معناداری در مقادیر hc مشاهده نشده است(جدول ۲). همچنین غلظت ESR در دو گروه تمرینی درحد معناداری کاهش یافت، اما در گروه کنترل تغییرهای معناداری در مقادیر ESR مشاهده نشد(جدول ۳). از طرف دیگر تغییرهای بین گروهی معناداری بین دو روش تمرینی در کاهش سطوح سرمی این دو فاکتور مشاهده شده است.

جدول۱. خصوصیات فردی بر حسب گروه‌ها(سن، وزن وBMI)

متغیر / گروه	ترکیبی(هوازی و تناوبی شدید)		تمرین HIIT		کنترل		سطح معناداری
	قبل	بعد	قبل	بعد	قبل	بعد	
سن	۵۶,۵±۲,۰۱	-	۵۴,۶±۳,۷	-	۵۷,۸±۳,۴	-	-
وزن	۷۶,۷±۴,۴	۷۲,۷±۴,۴	۷۹,۹±۴,۸	۷۷±۴,۴	۷۹,۲±۵,۸	۷۸,۹±۵,۸	۰/۰۰۱
BMI	۲۷,۴۲±۰,۸۹	۲۶±۰,۶۷	۲۸,۳±۱,۴	۲۷,۶±۱,۴	۲۸,۷±۲,۱	۲۹,۶±۳,۳	۰/۰۰۱

اعداد با P<0/01 نشان‌دهنده اختلاف معنادار است.

جدول۲. میزان هموسیستئین بر حسب زمان بررسی به تفکیک گروه‌ها

گروه ها	پیش آزمون(µmol/l)	پس آزمون(µmol/l)	سطح معناداری
کنترل	۲۳,۳±۱,۲	۲۰,۴±۱,۰	۰,۶۱۹
HIIT	۲۰,۰±۱,۳	۱۶,۳±۱,۵	۰,۰۰۱*
ترکیبی	۱۹,۷±۱,۳	۱۳,۸±۲,۳	۰,۰۰۱*

اعداد با P<0/01 نشان‌دهنده اختلاف معنادار است.

جدول۳. میزان ESR بر حسب زمان بررسی به تفکیک گروه‌ها

گروه ها	پیش آزمون(mm/h)	پس آزمون(mm/h)	سطح معناداری
کنترل	۲۶,۸±۲,۲	۲۷,۴±۲,۷	۰,۳۰۶
HIIT	۲۶,۲±۲,۸	۲۲,۹±۲,۰	۰,۰۰۴*
ترکیبی	۲۷,۷±۲,۱	۲۲,۱۳±۱,۲۷	۰,۰۰۵*

اعداد با P<0/01 نشان‌دهنده اختلاف معنادار است.

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-18]

بحث :

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین ترکیبی و تمرین HIIT سبب کاهش معنادار مقادیر hc بیماران قلبی- عروقی شد در حالی که در بیماران گروه کنترل که در هیچ‌گونه فعالیت ورزشی شرکت نکرده بودند، تغییر معناداری مشاهده نشد. همچنین مقادیر hc پلاسمایی در گروه کنترل تغییر معناداری نداشت. با انجام آزمون تعقیبی، مشخص شد که میزان کاهش مقادیر hc در گروه تمرین ترکیبی نسبت به گروه تمرین HIIT بیشتر بوده است(برتری گروه تمرین ترکیبی در کاهش مقادیر هموسیستئین پلاسما).

همسو با پژوهش حاضر Silva و همکاران (۲۰۱۴) به بررسی اثر برنامه‌های تمرینی(استقامتی و HIIT) روی سطوح hc پلاسما پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها از این قرار بود که هر دو برنامه تمرینی سبب کاهش سطوح hc می‌شوند. در نهایت این مطالعه چنین بیان می‌کند که فعالیت‌های بدنی روزانه منجر به کنترل و کاهش سطوح hc می‌شوند(۱۴). احتمال می‌رود که فعالیت‌های ورزشی با تغییر ساختار hc سبب کاهش سطوح فعال آن در پلاسما و در نهایت کاهش غلظت آن برای اتصال به گیرنده‌های اختصاصی‌شان در بافت هدف می‌شود(۱۸). hc در تبادلات پروتئینی از متیونین تولید می‌شود که این چرخه تولید تحت تأثیر فعالیت ورزشی معکوس شده و مقادیر hc در راستای تبدیل شدن به متیونین کاهش می‌یابد و به دنبال آن مسیرهای منتهی به آسیب‌های قلبی(مسیرهای التهابی، تجمع لیپیدی و انقباض‌های عروقی) تنظیم منفی می‌شوند که این مکانیزم می‌تواند توجیه‌کننده کاهش hc پس از فعالیت ورزشی باشد(۱۹،۲۰). پژوهشی که توسط Ueland و همکاران در سال ۲۰۰۰ روی ۲۰۰ بیماران قلبی با میانگین سنی ۵۵ تا ۶۵ سال انجام شده بود، پروتکل‌های تمرینی دویدن روی تردمیل با شدت زیاد(۸۵ درصد VO۲peak بیمار) و مدت زمان کوتاه دو دقیقه‌ای و مدت زمان طولانی‌تر چهار تا پنج دقیقه‌ای و پروتکل‌های با شدت کم(۲۵-۳۰ درصد VO۲peak بیمار) با مدت زمان ۲۰ و ۳۵ دقیقه‌ای را روی بیماران بررسی کردند. چنین گزارش کردند که شدت و مدت تمرین‌های ورزشی در مقادیر کاهش سطوح سرمی hc پلاسما و فاکتورهای انسداد عروقی دخالت دارند. هر چه شدت و مدت فعالیت بیشتر باشد، با افزایش تبادلات پروتئینی منجر به کاهش بیشتر متیونین و در نتیجه تبدیل بیشتر hc به متیونین می‌شود که در انتها سبب کاهش بیشتر سطوح hc پلاسما می‌شوند(۲۱). در مطالعه‌ای غیر همسو با پژوهش حاضر، Silva و همکاران در سال ۲۰۲۰ به بررسی تاثیر فعالیت‌های هوازی و مقاومتی بر سطوح hc خون بیماران دیابتی نوع ۲ پرداختند. در پژوهش آن‌ها ۴۷ نفر حضور داشتند که به سه گروه تقسیم شده بودند(گروه تمرین هوازی(۱۵ نفر)، گروه تمرین مقاومتی(۱۴ نفر) و گروه کنترل(۱۸ نفر)). برنامه تمرینی آن‌ها ۱۶ هفته به طول انجامید. نتایج آن‌ها از این قرار بود که سطوح hc خون پس از ۱۶ هفته فعالیت تغییر معناداری در هیچ کدام از گروه‌ها نداشت در حالی که مقادیر لیپوپروتئین با چگالی بالا افزایش یافته بود و مقادیر لیپوپروتئین با چگالی کم کاهش یافته بود(۲۲). از آنجا که برای بیماران دیابتی شدت زیاد فعالیت تجویز نمی‌شود می‌توان گفت دلیل تغییر نکردن سطوح پلاسمایی hc در این پژوهش، شدت پایین فعالیت بوده است. دلیل دیگری که برای تغییر نکردن سطوح hc خون پس از فعالیت در پژوهش Silva مشاهده شد، می‌تواند توازن در واکنش رفت و برگشتی تولید و تجزیه hc باشد، یعنی شدت و مدت فعالیت به گونه‌ای بوده که میزان تولید با میزان مصرف hc خون برابر بوده است. برای ایجاد پاسخ موثر hc به فعالیت ورزشی، هم شدت و هم مدت باید از حد مشخصی کمتر نباشند؛ زیرا در غیر این صورت تبادلات پروتئینی در جهت تبدیل hc به متیونین انجام نمی‌شود و در نهایت سطوح hc پلاسما بدون تغییر می‌ماند(۲۳،۲۴). از این رو تغییرهای سطوح hc بسته به شدت، مدت و نوع پروتکل تمرینی می‌تواند متفاوت باشد(۲۵). در ارتباط با مقادیر ESR، یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که هشت هفته تمرین ترکیبی و HIIT به ترتیب سبب کاهش معنادار در سطح ESR بیماران قلبی- عروقی شد. بیماران گروه کنترل تغییر معناداری در سطح سرمی ESR نداشتند. تغییر معناداری در مقادیر ESR گروه کنترل مشاهده نشد. همچنین با انجام آزمون تعقیبی، مشخص شد که میزان کاهش مقادیر ESR در گروه تمرین ترکیبی نسبت به گروه تمرین HIIT بیشتر بوده است(برتری گروه تمرین ترکیبی نسبت به HIIT در کاهش مقادیر ESR خون). همراستا با پژوهش حاضر Bhatti و همکاران(۲۰۰۷) به بررسی اثر فعالیت ورزشی بر پارامترهای خونی پرداختند. در این پژوهش، هموگلوبین، گلبول‌های سفید، تعداد لوکوسیت‌ها، میزان رسوب‌دهی اریتروسیت‌ها(ESR)و فشارخون ۸۸ دانشجو بررسی شد(سن این افراد بین ۲۳ تا ۳۲ سال بود). فعالیت ورزشی شامل ۳۰ دقیقه پیاده‌روی بود. نتایج نشان داد که پس از فعالیت ورزشی(پیاده‌روی) فشار خون سیستولی و دیاستولی هردو افزایش یافتند و ESR بدون تغییر ماند. تعداد WBC (گلبول‌های سفید)افزایش پیدا کرد و هموگلوبین نیز اندکی کاهش یافته بود. در نهایت به این جمع‌بندی رسیدند که استرس فعالیت ورزشی سبب افزایش قابل توجهی در کل تعداد گلبول‌های سفید و افزایش ESR می‌شود(۱۶). Bray و همکاران(۲۰۱۶) به بررسی ESR و ارتباط آن با عملکردهای بالینی پزشکی پرداختند. در بررسی‌های انجام شده به این نتیجه رسیدند که اندازه‌گیری ESR در دوحالت سرپایی و نشسته برای تشخیص التهاب مزمن امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. همچنین فعالیت‌های مختلف از جمله HIIT، استقامتی و مقاومتی آثار متفاوتی بر این دو شاخص خواهند داشت و گمان می‌رود تمرین‌های HIIT می‌توانند گزینه‌ای مناسب و به صرفه از لحاظ سطح عملکردی و زمانی باشند(۹). در مطالعه‌ای که توسط Kondrat و همکاران(۲۰۱۴) انجام شده بود، به بررسی نقش بافت چربی در افزایش سطوح ESR در افراد چاق پرداخته‌اند که به این نتایج رسیدند که ESR به عنوان یک فاکتور شدید التهابی قلمداد می‌شود، ESR در افرادی که دارای شرایط التهابی هستند، افزایش می‌یابد. سطوح ESR وابسته به محصولات پیش‌التهابی، شکل گلبول‌های قرمز خون و هر فاکتور تاثیرگذار بر این دو است و بافت چربی مسئول ترشح سایتوکاین‌های پیش‌التهابی است که سبب افزایش سطوح ESR می‌شوند(۲۶). در وضعیت‌های التهابی پروتئین‌های پلاسما به خصوص فیبرینوژن به غشای سلول‌های قرمز می‌چسبند و سبب می‌شوند بار منفی آن‌ها خنثی شود، سلول‌های بیشتری نیز از این روند پیروی کرده و سبب ایجاد حالت رول مانند در گلبول قرمز خون می‌شوند و درنهایت سرعت رسوب گلبول قرمز افزایش پیدا می‌کند و روند ایجاد پلاک آترواسکلروز سریع‌تر می‌شود(۲۸،۲۷). از این‌رو فعالیت ورزشی از طریق چند مکانیزم می‌تواند به صورت مستقیم و غیرمستقیم ESR را کاهش دهند. یکی از مکانیزم‌های پیشنهادی برای کاهش ESR به واسطه فعالیت ورزشی کاهش چسبندگی پروتئین‌های پلاسما به سطح گلبول‌های قرمز است(۲۹). با توجه به نتایج حاصله احتمال می‌رود تمرین‌های ترکیبی میزان این چسبندگی را بیش از تمرین‌های HIIT کاهش دهند. مکانیزم پیشنهادی دیگر کاهش مقادیر پروتئین‌های پلاسمایی با میل چسبندگی به گلبول‌های قرمز هستند که شاید فعالیت ورزشی(تمرین‌های ترکیبی به میزان بیشتر) به واسطه فرایندهای برگشت‌پذیر سبب کاهش مقادیر آن‌ها در خون می‌شوند(۳۰).

تمرین‌های HIIT نوعی تمرین‌های با شدت زیاد هستند که خاصیت چربی‌سوزی بالایی دارند. این فعالیت‌ها از طریق کاهش بافت چربی منجر به کاهش سطوح سایتوکاین‌های پیش‌التهابی می‌شوند و به این طریق سطوح ESR را کاهش داده و در نهایت خطر بیماری‌های قلبی- عروقی وابسته به افزایش ESR را کاهش می‌دهند(۱۳). با ترکیب این نوع از تمرین‌ها با سایر پروتکل‌های تمرینی از جمله تمرین‌های هوازی درصدد افزایش بازدهی آن‌ها برای بهبود و حفظ وضعیت مطلوب بیماران هستیم. نتایج این پژوهش برتری تمرین‌های ترکیبی را در مقایسه با تمرین‌های HIIT برای بیماران قلبی- عروقی نشان می‌دهد. برای توجیه نتیجه حاصل

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-18]

از پژوهش حاضر می‌توان فرضیه‌ای را مطرح کرد که فاکتور HHCY سبب فعال شدن چهار مسیر منتهی به آسیب‌های عروقی می‌شود. یکی از این مسیرها فرایند فعال شدن هموسیستئینمی است که با فعال شدن آن استرس اکسیداتیو و اختلال‌های پروتئینی افزایش پیدا می‌کنند. همچنین مقادیر MT و eNOS که جزو پروتئین‌های محافظتی هستند، کاهش می‌یابند(۳۱). با افزایش مقادیر استرس اکسیداتیو، میزان التهاب و ECM افزایش و فعالیت eNOS کاهش پیدا می‌کند که به دنبال آن دیواره عروق آسیب دیده و همزمان با افزایش ESR، میزان رسوب پلاک‌های آترواسکلروزی تسریع شده و عروق دچار انسداد می‌شوند(۴). شاید تمرین‌های HIIT با مهار HHCY و تنظیم منفی استرس اکسیداتیو سبب مهار این مسیر سگنالینگ می‌شود که هم به صورت مستقیم و هم به واسطه کاهش تولید مقادیر hc ، سبب کاهش احتمال انسداد عروق می‌شود(۳۱). این تمرین‌ها در مسیری دیگر سبب کاهش مهاجرت ماکروفاژها و مست سل‌ها و همچنین کاهش مقادیر ESR و در نهایت سبب جلوگیری از انسداد عروق می‌شوند(۱۵). شاید تمرین‌های استقامتی با توسعه فرایند بایوژنز میتوکندریایی در جهت کاهش وسیع رادیکال‌های آزاد و در نهایت کاهش استرس اکسیداتیو عمل می‌کنند که این مهم منجر به کاهش احتمال انسداد عروق می‌شود(). از این رو گمان می‌رود که با ترکیب این دو تمرین نتایج حاصله نسبت به اعمال هر کدام از این دو تمرین به تنهایی بیشتر و بهتر باشد(۳۲). از آنجا که شرایط بالینی بیماران قلبی- عروقی باید تحت کنترل مداوم باشد، در کنار دارو درمانی می‌توان مسیرهای مکملی را برای این بیماران تجویز کرد که هم از نظر فیزیکی و هم از نظر روانی در توسعه بهبودی آن‌ها مؤثر واقع شود که مثال بارز یکی از این مسیرهای مکمل می‌تواند پروتکل‌های تمرینی متناسب با وضعیت بیمار باشد. با توجه به حساس بودن بیماران به شدت و مدت فعالیت، دستیابی به مناسب‌ترین پروتکل تمرینی برای این بیماران بسیار حائزاهمیت است(۲۱-۱۹). با توجه به حساس بودن شرایط بیماران قلبی، نیاز به تکرار پژوهش‌ها و بسط دادن آن‌ها در حوزه‌های مرتبط با سلامتی این بیماران احساس می‌شود. این پژوهش دارای چندین محدودیت بود که از آن جمله می‌توان به محدود بودن تعداد نمونه‌ها، بررسی نشدن تعداد و فعالیت گیرنده‌های hc برای ارزیابی دقیق‌تر نتایج پروتکل‌های تمرینی اعمال شده و کنترل نکردن دقیق رژیم غذایی نمونه‌های پژوهش اشاره کرد. کمک به یافتن بهترین پروتکل تمرینی(از نظر شدت، مدت و زمان فعالیت) برای بیماران قلبی- عروقی در شرایط پایدار و کمک به توسعه پژوهش‌های ورزشی و سلامتی بیماران قلبی- عروقی از مزایای این پژوهش هستند.

نتیجه‌گیری:

در نهایت به نظر می‌رسد اجرای هشت هفته تمرین ترکیبی و HIIT یک شیوه تمرینی مناسب برای کاهش غلظت سرمی هموسیستئین و ESR در بیماران قلبی- عروقی است. همچنین با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، تمرین‌های ترکیبی در مقایسه با تمرین‌های HIIT می‌توانند در کاهش فاکتورهای خطر بیماران قلبی- عروقی مؤثرتر بوده و به عنوان پروتکل تجویزی با کارایی بیشتر برای این بیماران به کار گرفته شود. نتایج این پژوهش نشان داد که هشت هفته تمرین ترکیبی و HIIT سبب کاهش hc و ESR در بیماران قلبی- عروقی می‌شود.

تشکر و قدردانی:

از تمامی بیماران شرکت‌کننده در پژوهش که با صبر و بردباری تا پایان پژوهش ما را همراهی کرده و به پایان رساندن این مهم کمک کردند، سپاسگزاریم.

منابع:

1. Meijers WC, van der Velde AR, Muller Kobold AC, Dijck-Brouwer J, Wu AH, Jaffe A, de Boer RA. Variability of biomarkers in patients with chronic heart failure and healthy controls. European journal of heart failure. 2017 Mar;19(3):357-65.

2. Kilim SR, Lakshmi PV. A study on affect of severity of exercise on platelet function. Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences. 2015 Jul 20;4(58):10027-33.

3. Tucker WJ, Lijauco CC, Hearon Jr CM, Angadi SS, Nelson MD, Sarma S, Nanayakkara S, La Gerche A, Haykowsky MJ. Mechanisms of the improvement in peak VO2 with exercise training in heart failure with reduced or preserved ejection fraction. Heart, Lung and Circulation. 2018 Jan 1;27(1):9-21.

4. Zheng G, Qiu P, Xia R, Lin H, Ye B, Tao J, Chen L. Effect of aerobic exercise on inflammatory markers in healthy middle-aged and older adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Frontiers in aging neuroscience. 2019 Apr 26;11:98.

5. Liu T, Chan AW, Liu YH, Taylor-Piliae RE. Effects of Tai Chi-based cardiac rehabilitation on aerobic endurance, psychosocial well-being, and cardiovascular risk reduction among patients with coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis. European Journal of Cardiovascular Nursing. 2018 Apr;17(4):368-83.

6. Kim J, Pyo S, Yoon DW, Lee S, Lim JY, Heo JS, Lee S, Shin C. The co-existence of elevated high sensitivity C-reactive protein and homocysteine levels is associated with increased risk of metabolic syndrome: A 6-year follow-up study. PloS one. 2018 Oct 23;13(10):e0206157.

7. Schroeder EC, Franke WD, Sharp RL, Lee DC. Comparative effectiveness of aerobic, resistance, and combined training on cardiovascular disease risk factors: a randomized controlled trial. PloS one. 2019 Jan 7;14(1):e0210292.

8. Billebeau G, Vodovar N, Sadoune M, Launay JM, Beauvais F, Cohen-Solal A. Effects of a cardiac rehabilitation programme on plasma cardiac biomarkers in patients with chronic heart failure. European journal of preventive cardiology. 2017 Jul;24(11):1127-35.

9. Bray C, Bell LN, Liang H, Haykal R, Kaiksow F, Mazza JJ, Yale SH. Erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein measurements and their relevance in clinical medicine. Wmj. 2016 Dec;115(6):317-21.

10. Koskinen R. Nocturnal heart rate variability responses to endurance training in good-to-elite level endurance athletes.

11. Khammassi M, Ouerghi N, Hadj-Taieb S, Feki M, Thivel D, Bouassida A. Impact of a 12-week high-intensity interval training without caloric restriction on body composition and lipid profile in sedentary healthy overweight/obese youth. Journal of exercise rehabilitation. 2018 Feb;14(1):118.

12. Streese L, Deiseroth A, Schäfer J, Schmidt-Trucksäss A, Hanssen H. Exercise, arterial crosstalk-modulation, and inflammation in an aging population: the ExAMIN AGE Study. Frontiers in physiology. 2018 Feb 21;9:116.

13. Astorino TA, Heath B, Bandong J, Ordille GM, Contreras R, Montell M, Schubert MM. Effect of periodized high intensity interval training (HIIT) on body composition and attitudes towards hunger in active men and women. The Journal of sports medicine and physical fitness. 2018;58(7-8):1052-62.

14. e Silva AD, da Mota MP. Effects of physical activity and training programs on plasma homocysteine levels: a systematic

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-18]

review. Amino acids. 2014 Aug 1;46(8):1795-804.
15. Tishkowski K, Gupta V. Erythrocyte Sedimentation Rate (ESR). InStatPearls [Internet] 2020 Apr 19. StatPearls Publishing.
16. Bhatti R, Shaikh DM. The effect of exercise on blood parameters. Pakistan Journal of Physiology. 2007 Dec 31;3(2).
17. Xie B, Yan X, Cai X, Li J. Effects of high-intensity interval training on aerobic capacity in cardiac patients: a systematic review with meta-analysis. BioMed research international. 2017 Oct;2017.
18. Deminice R, Ribeiro DF, Frajacomo FT. The effects of acute exercise and exercise training on plasma homocysteine: a meta-analysis. PLoS One. 2016 Mar 17;11(3):e0151653.
19. Vincent HK, Bourguignon C, Vincent KR. Resistance training lowers exercise-induced oxidative stress and homocysteine levels in overweight and obese older adults. Obesity. 2006 Nov;14(11):1921-30.
20. Cypen J, Ahmad T, Testani JM, DeVore AD. Novel biomarkers for the risk stratification of heart failure with preserved ejection fraction. Current Heart Failure Reports. 2017 Oct 1;14(5):434-43.
21. Ueland PM, Refsum H, Beresford SA, Vollset SE. The controversy over homocysteine and cardiovascular risk. The American journal of clinical nutrition. 2000 Aug 1;72(2):324-32.
22. e Silva AD, Lacerda FV, da Mota MP. The effect of aerobic vs. resistance training on plasma homocysteine in individuals with type 2 diabetes. Journal of Diabetes & Metabolic Disorders. 2020 Jul 31:1-7.
23. Ammar A, Trabelsi K, Bragazzi NL, Boukhris O, Bouaziz M, Ayadi F, El Abed K, Driss T, Souissi N, Chtourou H, Bailey SJ. Effects of natural polyphenol-rich pomegranate juice on the acute and delayed response of Homocysteine and steroidal hormones following weightlifting exercises: a double-blind, placebo-controlled trial. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2020 Dec;17(1):1-3.
24. Wewege M, Van Den Berg R, Ward RE, Keech A. The effects of high-intensity interval training vs. moderate-intensity continuous training on body composition in overweight and obese adults: a systematic review and meta-analysis. Obesity Reviews. 2017 Jun;18(6):635-46.
25. Tsai CL, Wang CH, Pan CY, Chen FC. The effects of long-term resistance exercise on the relationship between neurocognitive performance and GH, IGF-1, and homocysteine levels in the elderly. Frontiers in behavioral neuroscience. 2015 Feb 10;9:23.
26. Kondrat'eva LV, IuN G, Popkova TV, Nasonov EL. The role of adipose tissue in rheumatoid arthritis. Klinicheskaia Meditsina. 2014 Jan 1;92(6):62-7.
27. Batacan RB, Duncan MJ, Dalbo VJ, Tucker PS, Fenning AS. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. British journal of sports medicine. 2017 Mar 1;51(6):494-503.
28. Senthong V, Kirsop JL, Tang WW. Clinical phenotyping of heart failure with biomarkers: current and future perspectives. Current heart failure reports. 2017 Apr 1;14(2):106-16.
29. Neuberger GB, Aaronson LS, Gajewski B, Embretson SE, Cagle PE, Loudon JK, Miller PA. Predictors of exercise and effects of exercise on symptoms, function, aerobic fitness, and disease outcomes of rheumatoid arthritis. Arthritis Care & Research. 2007 Aug 15;57(6):943-52.
30. Brust M, Aouane O, Thiébaud M, Flormann D, Verdier C, Kaestner L, Laschke MW, Selmi H, Benyoussef A, Podgorski T, Coupier G. The plasma protein fibrinogen stabilizes clusters of red blood cells in microcapillary flows. Scientific reports. 2014 Mar 11;4(1):1-6.
31. Herrmann W, Knapp JP. Hyperhomocysteinemia: a new risk factor for degenerative diseases. Clinical laboratory. 2002;48(9-10):471.
32. Akbari-Fakhrabadi M, Najafi M, Mortazavian S, Rasouli M, Memari AH, Shidfar F. Effect of saffron (Crocus sativus L.) and endurance training on mitochondrial biogenesis, endurance capacity, inflammation, antioxidant, and metabolic biomarkers in Wistar rats. Journal of food biochemistry. 2019 Aug;43(8):e12946.

[Downloaded from pejouhesh.sbmu.ac.ir on 2026-11-18]